

DE 004402774 A1

JUL 1994

<p>94-236373/29 J01 K08 SCHU/ 93.10.09  SCHULTEG *DE 4402774-A1  94.01.21 94DE-4402131 (+93DE-4334821) (94.07.28) G21G 1/04,  B01D 59/00  <b>Nuclear-mechanical process for determin. of and technological applications of atomic structures - partic. isomers and isotopes of transition metals, esp. titanium, chromium and iron</b>  C94-107507</p>	J(1-J) K(8-X)
<p>A nuclear-mechanical process for the determin. of atomic structures and the technological applications of the structures are claimed.  Chemical elements of min. atomic mass, A, 40 are considered in terms of trends in the way the nuclear and aromatic structures of their isotopes and isomers differ from each other. Esp. interesting are transition metals Ti, Cr, Fe and their homologs Zr, Mo, Hf and W.  Isotopic and isomeric separation allows the isolation of materials of increased hardness and thermal stability, and, consequently, their use in a multitude of technical applications. In addn., precise knowledge of nuclide structure allows nuclei with suitable chain configurations to be synthetically fused together to produce new, extra heavy, stable nuclei, which do not exist in nature.</p>	<p><b>ADVANTAGE</b>  Isolation of pure materials with valuable properties e.g. increased hardness and thermal stability.</p> <p><b>PREFERRED PROCESS</b>  Highly efficient material separation is achieved in two or three stages using lasers of the appropriate strength, whereby the first laser is of lower power but is partic. sensitive to the resonant bond energy of one of the substances to be separated. Subsequent lasers are CO<sub>2</sub>-lasers or laser diode arrays. Undesirable embrittlement may occur in the target alloy of the first, isotopically-pure element produced.  In the prodn. of synthetic heavy elements and isotopes, a Pb target is bombarded with Zn ions of sufficiently high energy to produce new, heavy, compound nuclei, from which new, stable heavy nuclide isomers form.  (14pp2347SLDwgNo2/5).</p> <p>Addnl. Data: SCHULTE G  94.01.27 94DE-4402774; 93.12.31 93DE-4345133</p> <p>DE4402774-A+</p>

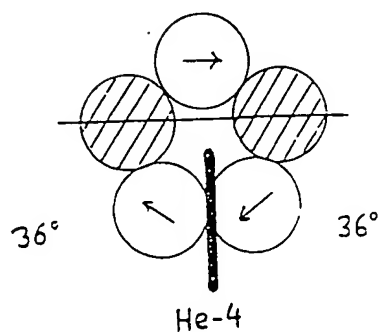
© 1994 DERWENT PUBLICATIONS LTD.

14 Great Queen Street, London WC2B 5DF

US Office: Derwent Inc., 1313 Dolley Madison Boulevard,  
Suite 401 McLean, VA22101, USA

*Unauthorised copying of this abstract not permitted*

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



DE4402774-A

© 1994 DERWENT PUBLICATIONS LTD.  
14 Great Queen Street, London WC2B 5DF  
US Office: Derwent Inc., 1313 Dolley Madison Boulevard,  
Suite 401 McLean, VA22101, USA  
*Unauthorised copying of this abstract not permitted*

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 44 02 774 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**G 21 G 1/04**  
B 01 D 59/00

②1 Aktenzeichen: P 44 02 774.5  
②2 Anmeldetag: 27. 1. 94  
④3 Offenlegungstag: 28. 7. 94

DE 44 02 774 A 1

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

⑤4 Innere Priorität: ③2 ③3 ③1

09.10.93 DE 43 34 821.1 31.12.93 DE 43 45 133.0  
21.01.94 DE 44 02 131.3

⑦1 Anmelder:

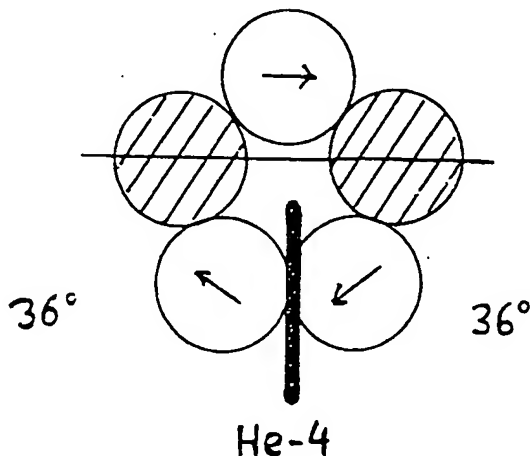
Schulte, Gerd, 13467 Berlin, DE

⑦2 Erfinder:

gleich Anmelder

⑤4 Kernmechanisches Verfahren zur Bestimmung und materialwissenschaftlichen Anwendung der Kernstrukturen

⑤7 Das vorliegende Verfahren der Kernmechanik liefert durch das ihm zugrunde liegende neuartige geometrische Modell erstmals genauere Angaben über die Kern- und Atomstrukturen, wodurch u. a. ein verbessertes "Chemical Engineering" erreichbar ist. Ebenso ist nunmehr auf der Basis dieses Modells die exaktere Berechnung der Dipolmomente möglich. Die Fig. (2) zeigt das aus einem He-5- und einem (spinkompensierten) He-4-Kernring bestehende Nuklid Beryllium-9. Die magnetischen Dipolmomente der nicht spinkompensierten Neutronen (weiß) sind durch Pfeile symbolisiert - die Protonen sind schraffiert ausgeführt - wobei sich das resultierende Kernmoment direkt ergibt aus der Summe der mit dem Cosinus der angegebenen Winkel zu multiplizierenden Einzelmomente. Aufgrund der nunmehr identifizierten Kernringketten-Knotenstrukturen von Blei und Uran, einschließlich der richtigen Spaltfragmente-Verteilung, ergibt sich jetzt auch die Möglichkeit zur Synthese noch unbekannter Elemente oder Isotope.



DE 44 02 774 A 1

## Beschreibung

Bei der vorliegenden Erfindung handelt es sich um ein kernmechanisches Verfahren zur Bestimmung und materialwissenschaftlichen Anwendung der Atomstrukturen. Dabei ermöglicht ein universelles geometrisches Kernmodell erstmals die genaue Berechnung der magnetischen Kernmomente u.v.a.m.

In den modernen Naturwissenschaften wird verschiedentlich bereits über den Postmaterialismus spekuliert; — ist es da überhaupt noch statthaft oder womöglich schon unwissenschaftlich, über ein neues "mechanistisches" Kernmodell nachzudenken? Der Verfasser hält es im Gegenteil für unwissenschaftlich, dieses jetzt nicht zu tun. Winkt doch am Ende nicht nur ein tieferes Verständnis des Periodensystems der chemischen Elemente, sondern auch der Materie insgesamt, einschließlich der gesuchten Dunklen und ihrer Verteilung im Weltall.

## Grundsätzliche Experimente und Überlegungen zur Atomstruktur

Atome — und erst recht natürlich ihre Kerne — sind derart klein, daß sie sich jeder direkten Detail-Beobachtung entziehen. Das gilt selbst dann, wenn etwa die relativ langwelligen Lichtwellen als "Meßsonden" durch Elektronen in einem Elektronenmikroskop oder auch durch deren sogenannten Tunnelstrom in einem Rastertunnel-Mikroskop ersetzt werden.

Dennoch ist es aber möglich, z. B. aus den äußerst präzise zu messenden Atomspektren wichtige Erkenntnisse über die Hüllenelektronen und sogar über die Atomkerne zu erhalten. Allerdings können nun alle Schlußfolgerungen nur indirekt gezogen werden, nämlich durch den Vergleich der Messungen mit zuvor eigens ersonnenen "Modellen". Diese können teils konkret (Schalenmodell), teils auch nur rein mathematisch abstrakt (Wellenmechanik) sein, wobei unabhängig davon der nicht reale "Modellcharakter" und der meist eng begrenzte Geltungsbereich betont werden müssen.

Grundsätzlich gibt es aber zunächst einmal zwei verschiedene Möglichkeiten, um etwa den periodischen Schalencharakter der atomaren "Hüllenelektronen", wie er sich z. B. in der Ionisierungsenergie zeigt, zu erklären: erstens — durch das von Wolfgang Pauli postulierte Ausschließungsprinzip, welches den Elektronen eines jeden Atoms insgesamt vier Quantenzahlen zuordnet, die niemals sämtlich übereinstimmen dürfen — oder zweitens — durch die jeweils spezifische Anordnung der Protonen im Atomkern.

Obwohl es hier — verführerischerweise — sehr nahe liegt, in der durchweg (?) beobachteten Abhängigkeit der chemischen Elementareigenschaften allein von der Kernladungszahl ein "höheres" Ordnungsprinzip zu erblicken, sollte ein Physiker dennoch immer auch an das mögliche Vorliegen einer — grundsätzlich wieder aufhebbaren — Entartung denken!

Trotz der heute allgemeinen Anerkennung ist die auf Pauli-Prinzip und Quantenmechanik basierende "Physikalische Chemie" eben nicht die einzige Möglichkeit, um etwa die gerichteten chemischen Bindungen zu erklären. Mindestens ebenso gut gelingt das nämlich durch die auf die zweite These gegründete "Kernphysikalische Chemie", siehe DE-OS 42 44 463; Auszug: "Was nun die konkrete Struktur der Atomkerne anbelangt, so kann man von zwei plausiblen Annahmen ausgehen: erstens von einer angenäherten Kugelgestalt der Nukleonen und zweitens von einer dipolartigen Wirkung der star-

ken Kernkraft. Trotz der grundsätzlich andersartigen Wirkungsweise der Kräfte führt dies zum modellhaften Bild kleiner Kugelmagnete, die sich alsbald in Ringform zusammenschließen. Mehrere Ringe können sich wiederum gegenseitig durchdringen, bzw. als Kettenglieder ineinandergreifen und eine Kette bilden usw."

## Kernphysikalische Chemie

Bei zwölf Nukleonen — immer abwechselnd ein Proton und ein Neutron — sind es bereits zwei (senkrecht zueinander stehende) Ringe, welche geometrisch bedingt äußerst fest miteinander verbunden sein sollten: die Ringe des Kohlenstoffs.

Die jeweils drei Protonen teilen nun beide Ringe gleichmäßig im Winkel von  $120^\circ$ , was exakt mit dem Valenzwinkel vieler Kohlenstoffverbindungen übereinstimmt. Darüberhinaus finden die kernphysikalischen Ringe ihre molekular-chemische Entsprechung in Form der besonders stabilen zyklischen Aromaten.

Ausgehend von den sechs Kernprotonen besitzt das Kohlenstoff-12-Atom fünf Bindungsachsen: vier in Tetraederanordnung — siehe Diamantstruktur oder Methan —, während die fünfte, die Längsachse, genau durch zwei Protonen geht, — siehe Graphitstruktur oder Benzen ("Benzol"). Die Elektronen im Atom nehmen dabei feste Orbitalpositionen ein, wobei die radialen Abstände linear im Verhältnis ganzer Zahlen zueinander stehen.

Der Kern von Stickstoff-14 besteht demgegenüber aus einem 6er- und einem 8er-Ring, wobei sich die besonders hohe Bindungsenthalpie des N-14-Moleküls direkt aus der vom 6er-Kernring bestimmten Bindungsgeometrie erklärt: Da der radiale Kernabstand der beiden äußeren  $120^\circ$ -Valenzelektronen genau doppelt so groß ist, wie der des winkelhalbierenden Inneren, liegen idealerweise alle drei Elektronen auf einer Geraden als "Schnittstelle" der kovalenten Dreifachbindung.

Auch die sogenannten Doppelbindungen des Kohlenstoffs sind demnach sogar Dreifachbindungen, wobei das mittlere Elektron in der kernnahen "K"-Orbitalposition hier allerdings nicht so stabil ist. Daß tatsächlich alle sechs, keineswegs delokalisierten "Hüllen"-Elektronen eines Kohlenstoffatoms an einer Verbindung beteiligt sein können, zeigt ebenfalls das aus der Bindungsgeometrie des Kohlenstoffs direkt ableitbare "mesomere" Butadien-1,3-Molekül.

Beim Sauerstoffatom fallen nun bei beiden 8er-Kernringen für die gegenüber liegenden Protonen die an sich vier Bindungsachsen zu jeweils zwei senkrecht aufeinander stehenden zusammen. Auch das Wassermolekül zeigt ja einen entsprechenden, leicht vergrößerten Bindungswinkel von  $106^\circ$ . Die besonders stabile Kohlenstoff-Sauerstoffverbindung  $\text{CO}_2$  wird nun dadurch begünstigt, daß dieser Winkel wieder genau zu dem Winkel paßt, der zwischen zwei verschiedenen Kernringbindungen (also:  $1+3$  oder  $2+4$ ) beim Kohlenstoffatom entsteht.

Für das ebenfalls planare Carbonatanion  $\text{CO}_3^{2-}$  mit drei Bindungsachsen ( $1, 2$  und die Längsachse  $5$ ) müssen die hier gleichwohl ermittelten Doppelbindungen aber anders beschaffen sein: Beim Sauerstoffatom befinden sich demnach jeweils zwei Elektronen auf einer Achse in verschiedenen Orbital-Schalen übereinander und nur das äußere koppelt an ein Valenzelektron, hier des Kohlenstoffs, direkt an.

Besonders plastische und aussagekräftige Paradebeispiele im Sinne der Kernphysikalischen Chemie sind

aber vor allem die Elemente Schwefel und Zink, speziell die augenfällige Ähnlichkeit ihrer jeweiligen Kern- und Molekularstruktur. Dabei bestehen die Nuklide der hier jeweils häufigsten Isotope, Schwefel-32 und Zink-64, nun offenbar aus vier, bzw. acht 8er-Kernringen und bilden erstmals eine geschlossene Kette.

Diese sieht beim Schwefel-32, mit gegenüber Sauerstoff-16 gerade verdoppelter Ring- und Nukleonenzahl, allerdings so aus, daß zwei parallel liegende und damit an sich doppelt so dicke Kernringe von den anderen beiden derart eng "zusammengeklammert" sind, daß der energetisch günstigste Zustand mit komplementärer Nukleonenzuordnung nicht mehr möglich ist. Stattdessen wird nun immer ein Nukleon der in der Ebene leicht gegeneinander verdrehten Ringe auch etwas in die gegenüberliegende Lücke zwischen zwei Nukleonen gedrückt.

Äußerlich ablesbar ist dieser Sachverhalt gleich an mehreren auffälligen Besonderheiten: 1. Obwohl dies eigentlich ein idealer "gg"-Kern mit (gerader und sogar) gleicher Protonen- und Neutronenzahl ist, liegt die Bindungsenergie je Nukleon erstaunlich niedrig. 2. Die zuvor beschriebene Protonenanordnung — die Eckpunkte zweier gegeneinander verdrehter Quadrate in zwei Ebenen ergeben quasi ein gestauchtes Achteck — findet sich genau wieder in Form der gestauchten oktagonalen S-8-Molekül.

Mindestens so augenfällig ist aber auch die Übereinstimmung der Kern- und Molekularstruktur beim Zink-64, wo sich die acht Kernringe zwangsläufig zu einem langgezogenen Rhombus ordnen, der dann bei der Dehnung eines stabförmigen Zink-Einkristalls in Gestalt der charakteristischen Gleitebenen wiederum deutlich zu Tage tritt.

Soweit zunächst die Offenlegungsschrift, die zwar in einigen Punkten noch Irrtümer und Fehler enthält bzw. zitiert, aber: Konnte man früher entsprechende Überlegungen, einen etwaigen Zusammenhang zwischen Kern- und Molekularstruktur herstellen zu wollen, noch als abwegige und quantenmechanisch unerlaubte Spekulationen abtun, so gibt es jetzt doch bereits genügend Gründe für eine weitere kritische Überprüfung aller Fakten.

#### Abbildungen:

Die Fig. 1 zeigt ein Kernmodell von Li-7, Fig. 2 ein Kernmodell von Be-9, Fig. 3 eine Kurve der Bindungsenergie, die Fig. 4 das Termschema von Li-6 und Li-7 mit eingezeichnetem Grundzustand und einigen angeregten Zuständen und die Fig. 5 zwei Kettenknoten-Varianten im Bereich von Uran.

#### Grundsätzliche Kriterien zur Überprüfung von Kernstrukturen

Welche wirksamen Kriterien zur Überprüfung von Kernstrukturen gibt es aber sonst noch? Einmal wären da die auf verschiedenem Wege ermittelten Quadrupolmomente zu nennen, die Aussagen über die Abweichung von der Kugelgestalt und die Art der Kerndeformation (diskus- oder zigarrenförmig) gestatten oder auch die aus der Elektronenstreuung erhaltene Ladungsverteilung der Kerne; man beachte hier z. B. das im Zentrum von C-12 festgestellte Ladungsminimum (!) usw., usw.

Alle diese Kriterien bestätigen denn auch wirklich — soweit bereits bekannt — die gefundenen Kernforma-

tionen und geben darüberhinaus weitere wertvolle Hinweise auf die Strukturen schwererer und schwerster Kerne.

Ferner kann nun weiter angenommen werden, daß die einzelnen im Kern gebundenen Nukleonen auch noch statistischen Abstandsschwankungen unterliegen, was u. a. den gleichfalls statistischen Charakter der schwachen Wechselwirkung, sowie den sogenannten Tunneleffekt erklären würde.

Anders aber, als bei der Brownschen Molekularbewegung, sollte die mutmaßliche Ursache — ein ständiges Bombardement kleinster Teilchen — hier jedoch auf jeden Fall temperaturunabhängig sein, wofür in erster Linie die alles durchdringenden Neutrinos in Frage kommen. Dieses quasi ungehinderte Durchdringen muß ja schließlich nicht unbedingt gänzlich ungestört geschehen, sondern kann durchaus mit der Übertragung von bestimmten Kräften verbunden sein.

Mag das an dieser Stelle auch nur wie eine weitere, kaum begründete Spekulation erscheinen, welche noch dazu auf dem Umweg eines allgegenwärtigen "Neutrino-Windes" wieder einen Ersatz für den verpönten "Äther" in die Wissenschaft einführt, so ist dem jedoch folgendes entgegenzuhalten:

1. kann es bei der Suche der "absoluten Wahrheit" nicht etwa nach der persönlichen Vorliebe gehen, oder danach, was gerade "in" ist. Außerdem müßte beim Anlegen von derlei Maßstäben die gegenwärtige Suche nach Symmetrien im "Standardmodell" der Elementarteilchen, angesichts unübersehbarer Ähnlichkeiten zum einstigen Streben nach Harmonien im griechischen "Kugelschalen-Weltmodell" und seinen immerhin bis zu 47 "Himmelsphären" (oder auch der späteren Keplerschen metaphysischen "Sphärenmusik"), heute als nicht weniger fragwürdig erscheinen!

2. wird am Ende u. e. auch ein entsprechender Hinweis, wenn nicht Beweis, auf dem Gebiet der Astronomie angeführt werden.

Eine Konsequenz aus der auf die Atombestandteile angewendeten nichtthermischen "Quasi-Brownschen Molekularbewegung" ist nun weiter die, daß sich Kernringe fast beliebig durchdringen und Kernring-Konfigurationen solange verändern können, bis das vergleichsweise niedrigste Energieniveau erreicht ist. Andererseits können sich danach auch ziemlich fragil erscheinende Konfigurationen als langzeitstabil, d. h. nicht radioaktiv erweisen, wenn es bei der entsprechenden Massenzahl hierzu keine energetisch günstigere Alternative gibt.

Es muß hier allerdings nochmals betont werden, daß die aufgezeigten Konfigurationen zunächst jeweils nur mehr oder weniger plausible Möglichkeiten darstellen, zu denen es aber weitere Alternativen gibt. Welche von ihnen tatsächlich den Grundzustand bilden, bedarf noch der genaueren Überprüfung!

#### Silicium, Calcium und Chaos-Ketten

Nicht so einfach, wie beim aus zwei 6er-Kernringen bestehenden Kohlenstoff-12, ist es, die tatsächlich zutreffende Struktur für Silicium-28 zu ermitteln. Der Kernspin I für diesen "gg"-Kern im Grundzustand ist ja bekanntlich Null, wohingegen die Isobaren 13-Al-28 und 15-P-28 mit jeweils  $I = 3$  einen Hinweis geben können. Dort treten offenbar jeweils zwei sich nicht kompensierende 5er-Spiegelringe auf, so daß auch für Si-28 ein zentraler 8er-Ring und je zwei (sich nunmehr kompensierende) He-5 und Li-5-Ringe angenommen

werden dürfen.

Wenn man nun einmal Anzahl und Besetzung der durch die Kern-Protonen bestimmten Bindungsachsen als Kriterium heranzieht, dann paßt auch das an zweiter Stelle der vierten Periode liegende Element Calcium gut ins Bild. Für Ca-40 ist nämlich eine Kette aus fünf 8er-Ringen im Grunde die wahrscheinlichste Konfiguration.

Ungleich der ebenen Symmetrie der olympischen fünf Ringe ist jedoch die geschlossene Calcium-Kette ziemlich "unordentlich" in sich verdreht. Dennoch befinden sich anscheinend auch hier immerhin zwei Kernringe in einer Ebene, was — wie beim Magnesium — neben den ansonsten nur zweifach besetzten, wiederum zu zwei vierfach besetzten Bindungsachsen führt; — ein weiterer Pluspunkt für dieses mechanistische Modell!

Es ist ansonsten kaum zu übersehen, daß es sowohl beim Periodensystem der chemischen Elemente — etwa was die systematische Besetzung der Elektronenschalen anbelangt —, als auch beim Aufbau der sogenannten Kernschalen — siehe Nuklidkarte — derart viele Unregelmäßigkeiten gibt, daß es schwer fällt, nur an strenge mathematische Gesetzmäßigkeiten zu glauben, es sei denn an Chaos, Zufall und Fraktale (Selbstähnlichkeit!).

Sogar wenn die hauptsächlich aus lauter 8er-Ringen bestehende Kette im Bereich der Lanthanoiden (seltene Erden) und darüber hinaus auf mehr als siebzehn Glieder verlängert ist, gibt es zahlreiche verschiedene chaotische Arten, in denen sie dann verdreht und zusammengerollt werden kann. Das alles ist zudem offenbar nicht nur Theorie, sondern Nuklid-Wirklichkeit, in der es weiterhin auch noch möglich ist, einen stabilisierenden Knoten in die Kette zu machen. Beweis: Schon beim aus einundzwanzig bis zweiundzwanzig Ringgliedern aufgebauten Ytterbium gibt es analog zum kurz darauf folgenden Hafnium oder Wolfram bereits eine Hochtemperaturmodifikation.

Etwas davor, z. B. beim Erbium wird außerdem bei schneller Kernrotation ein plötzlich anwachsendes Trägheitsmoment beobachtet, wie es nun gerade für das fliehkraftbedingte Auseinanderziehen einer zuvor zusammengerollten Kette zu erwarten wäre. Die untere Grenze für ein erstmals mögliches, wenngleich noch schwieriges, d. h. tatsächlich: unwahrscheinliches Verknüpfen der Kette liegt nach diesbezüglichen Studien am Modell im Bereich von Samarium, was mit entsprechenden Beobachtungen dort auftretender Kerndeformationen sehr gut übereinstimmt.

Ein zweiter Knoten in der auf diese Weise erneut stabilisierten Kernring-Kette korrespondiert dann schließlich ebenfalls — wiederum äußerst genau — mit der letzten (bis jetzt bekannten) "Insel der Stabilität" bei Thorium und Uran.

Als letzter Hinweis in diesem Bereich sollte — neben den übereinstimmenden Rotations-Kernformen — auch die auffällige Analogie bei den radioaktiven Zerfallsreihen oder -ketten mit Ketten im wörtlichen und kernphysikalischen Sinn am Ende nicht unerwähnt bleiben, bevor der Blick nun wieder auf den Anfang des Periodensystems gerichtet wird.

Nicht ohne Grund wurden einige Elemente aus der zweiten, kurzen Periode bislang noch ausgespart. Nach der scheinbar trivialen Struktur der Elemente der ersten, sehr kurzen Periode, Wasserstoff und Sauerstoff, ist zunächst nämlich überhaupt nicht klar, wo denn nun zwischen Lithium und Kohlenstoff eigentlich der Übergang von einem auf zwei Kernringe erfolgt.

Klar ist erst einmal nur, daß Kohlenstoff offenkundig aus zwei Kernringen zusammengesetzt ist. Aber schon

der Übergang von zwölf auf elf Nukleonen funktioniert beim (Kunststoffperlen-)Modell nicht sonderlich gut und bei zehn wird es wirklich problematisch. Sollte demnach Bor-11 (Anteil: 80%) etwa aus zwei Kernringen bestehen und Bor-10 (20%) aus nur einem?!

Bekannt ist die außerordentliche, diamant-ähnliche Härte einiger Bor-Verbindungen, die "fünfeckige" Bindungsstruktur der natürlichen, regelmäßig geformten Iksaeder-Kristalle oder die räumliche Anordnung der Diboran-Bindungen. Darüber hinaus ist jedoch auch Beryllium, wovon es nur ein stabiles Isotop gibt — Be-9 —, ein relativ hartes Metall. — Ganz besonders schwierig ist die richtige Einschätzung dann beim ohnehin nur einwertigen Alkalimetall Lithium, einem natürlichen Isotopen-Gemisch aus Li-6 (7,5%) und Li-7 (92,5%).

Zu beachten ist bei alledem noch, daß Protonen und Neutronen keine kleinen Billardkugeln oder Perlen sind, sondern deformierbare Elementarteilchen ohne genau definierten Rand.

#### Das magnetische Dipolmoment — ein Schlüssel zur Kernstruktur

Im Zweifelsfalle sind neben den experimentell bestimmten Kernspinzahlen auch die jeweils eng mit ihnen verknüpften magnetischen Dipolmomente ein weiteres wichtiges Kriterium zur Entschlüsselung der wahren Kernstrukturen.

#### Das magnetische Dipolmoment — ein Schlüssel zur Kernstruktur

Im Zweifelsfalle sind neben den experimentell bestimmten Kernspinzahlen auch die jeweils eng mit ihnen verknüpften magnetischen Dipolmomente ein weiteres wichtiges Kriterium zur Entschlüsselung der wahren Kernstrukturen.

Beim Deuteron, wo sich die parallel ausgerichteten halbzahligen Spins von Proton ( $1/2$ ) und Neutron ( $1/2$ ) zu 1 addieren, ist z. B. das magnetische Moment des Nuklids mit  $+0,857$  Kernmagnetonen nur unwesentlich kleiner, als die Summe von Proton ( $+2,793$  Mk) und Neutron ( $-1,913$  Mk). Beim Tritium und Helium-3, wo sich jeweils die doppelt vorhandenen Nukleonen zum resultierenden Kernspin von  $1/2$  kompensieren, sind die magnetischen Momente mit  $+2,978$  Mk und  $-2,127$  Mk dagegen etwas größer, beim Lithium-6 und dem Kernspin ( $1/2 + 1/2 = 1$ ) mit  $+0,822$  Mk wiederum etwas kleiner.

Eine erste kernmechanische Analyse ergibt nun, daß das folgende Nuklid, Li-7, lediglich aus einem einzigen Kernring besteht, Fig. 1: In einer geeigneten Abbildung dieses Ringes mit ansonsten abwechselnd darin angeordneten Protonen und Neutronen befinden sich oben beiderseits der Mitte gleich zwei Neutronen, denen unten wiederum ein Proton mit positivem, nach rechts weisendem Dipolmoment gegenübersteht. Die Dipolmomente der anderen beiden rechts und links außen liegenden Protonen weisen dann antiparallel nach oben und unten, so daß hier ein spinkompensierter Singulettzustand angenommen werden kann.

Vermittels einer weiteren energetisch günstigen Spinkompensierung — etwa zwischen dem linken oberen Neutron und dem gegenüberliegenden unten rechts — entsteht gerade der Grundzustand von Li-7 mit  $3/2$  —, wobei das Minuszeichen auf eine ungerade "Parität", d. h. Unsymmetrie im Raum hindeutet. Zum Dipolmoment des Lithium-Kerns tragen also insgesamt noch



drei nicht spinkompensierte Nukleonen bei, entsprechend ihrer Ausrichtung zur annahmegemäß nach rechts weisenden Spinachse des Nuklids. Während also das magnetische Moment des unteren Protons praktisch voll mit  $+2,79277 \text{ M}_K$  in das Kernmoment eingeht, muß die Winkelabweichung der Neutronen durch Ansetzung des jeweiligen Cosinus berücksichtigt werden. Bei der hier anzuwendenden Division von 3600 durch 7 (Ring-Nukleonen) ergibt das für das untere Neutron  $-\cos 51,4286^\circ \times 1,91314$  und für das rechts oben gegenüberliegende  $+\cos 25,7143^\circ \times 1,91314$ .

Das aus den genannten drei Einzelkomponenten resultierende Kernmoment entspricht mit  $3,32363 \text{ M}_K$  nun schon auf 2,07% genau dem gemessenen Kernmoment von  $3,25628 \text{ M}_K$ . Eine weitere Verbesserung der Berechnungsgrundlage ergibt sich aus der Überlegung, daß der zuletzt aufgeführte Winkel für das rechte obere Neutron zweifellos auch durch die Spinpaarung des linken Oberen beeinflusst wird, wo der Winkel ca.  $38^\circ$  beträgt. Wenn man diesen Einfluß mit etwa  $1/3$  veranschlagt ergibt das nunmehr einen korrigierten Wert  $+\cos 30^\circ \times 1,91314$  und insgesamt ein Kernmoment von  $3,25678 \text{ M}_K$ .

Noch logischer ist es allerdings, mit einem etwas kleineren Winkel von  $29,7^\circ$  zu rechnen und eine gleichgroße Korrektur beim Winkel des unten liegenden Protons vorzunehmen, der dann folglich nicht mehr  $0^\circ$  beträgt, sondern  $3,9^\circ$ . Das Endergebnis bleibt dabei mit  $3,25694 \text{ M}_K$  fast gleich, während sich nun ein Unterschied bei der Berechnung des nicht stabilen Spiegelkern-Rings Be-7 zeigt: Ohne jede Korrektur ergibt sich hier ein Wert von  $-2,68494$ , mit der ersten Korrektur  $-2,59049$  und mit der zweiten Korrektur  $-2,59815 \text{ M}_K$ .

Nachdem hier also die angenommene 1-Ring-Konfiguration eindeutig bestätigt wurde, stellt sich als nächstes die Frage, ob denn Beryllium-9 tatsächlich bereits aus zwei Kernringen besteht?! Wenn das wirklich so ist, müßte es sich einmal um einen — allein überhaupt nicht stabilen — He-5-Ring, sowie um einen voll spinkompensierten, besonders stabilen He-4-Ring handeln, Fig. 2. Das magnetische Dipolmoment, Meßwert:  $-1,17744 \text{ M}_K$ , müßte dabei ausschließlich auf die drei nicht gepaarten Neutronen (eins oben in der Mitte und zwei gegenüberliegende unten, beiderseits der Mitte) zurückgehen.

Die entsprechende Rechnung mit  $1,91314 - 2 \cos 36^\circ \times 1,91314$  ergibt tatsächlich ein resultierendes Kernmoment  $-1,18239 \text{ M}_K$ , was bereits einem sehr kleinen Fehler von lediglich 0,42% entspricht.

Während in diesem Fall also der He-4-Ring — quasi rotationsstabilisierend — senkrecht zur Kernspinachse (und zur Zeichenebene) orientiert sein muß, kann im Falle von Bor-10 gleiches für einen von beiden (komplementären) Spiegelringen, He-5, erwartet werden, wobei dann der andere, Li-5, das mit  $1,72603 \text{ M}_K$  gemessene Dipolmoment liefert. Die analog zum vorigen Beispiel durchgeführte Rechnung mit drei nicht spinkompensierten Protonen lautet diesmal:  $2,79277 \text{ M}_K + 2 \cos 36^\circ \times 2,79277 \text{ M}_K = 1,72603 \text{ M}_K$ ; Fehlerabweichung dabei:  $-4,14\%$ .

In beiden Fällen wurde bisher also ein direkter Einfluß der senkrecht zum Kernspin orientierten Kernringe auf das resultierende Dipolmoment ausgeschlossen, was wohl auch richtig ist. Übrig bleibt aber dennoch ein zwecks Fehlerkorrektur zu berücksichtigender indirekter, mechanischer Einfluß auf die genaue geometrische Anordnung der zuvor in die Rechnung eingegangenen Nukleonen.

Beim He-5-Ring von Be-9 werden die beiden unteren Neutronen demnach etwas auseinandergedrückt, so daß sich der entsprechende Winkel von  $36$  auf  $36,1258^\circ$  vergrößert. Beim Li-5-Ring von Bor-10 bewirkt das Auseinanderdrücken der äußeren Neutronen dagegen eine wirksame Verringerung des analogen Protonen-Winkels auf  $34,677^\circ$ .

Es ist nun leicht einzusehen, daß die Problematik dieser Art Berechnung ohne die genaue Kenntnis aller in Frage kommenden Einflüsse mit zunehmender Nuklid-Komplexität schnell zunimmt, umgekehrt aber ebenso ganz neue Möglichkeiten bietet, bislang noch unbekannte Details, insbesondere der Nukleonenstrukturen weiter zu erforschen.

Gut nachvollziehbar sind immerhin dennoch u. a. die Konfigurationen von Fluor- und Neon-19, wobei auch frühere Überlegungen hierzu Bestätigung finden: Während bei F-19 der He-5-Ring (anders als bei Be-9) durch den gegenüberliegenden Li-6-Ring voll kompensiert wird, bleibt bei diesem nunmehr ein unkompensiertes Proton übrig. Die Messung ergibt hier  $2,6287 \text{ M}_K$ , sowie einen Kernspin von  $1/2^+$ . Bei Ne-19 mit dem komplementären Li-5-Ring statt He-5 bleibt umgekehrt ein unkompensiertes Neutron übrig; Meßwert:  $-1,886 \text{ M}_K$ .

Ebenso werden bei Natrium-23 die früheren Überlegungen — auch hinsichtlich der in Spinrichtung langgestreckten Kernstruktur — vollkommen bestätigt, wobei sich offenbar die Dipolmomente eines Neutrons des nunmehr liegenden Li-7-Rings und eines — "ausgelenkten" — Neutrons des mittleren Be-8-Ringes,  $\cos 64^\circ$  und  $\cos 45^\circ$ , addieren (Meßwert:  $2,21751 \text{ M}_K$ ).

Gleichfalls durch die Rechnung bestätigt wird offenbar auch die zuvor ermittelte Struktur von Aluminium-27, in welche der senkrecht zur Spinrichtung des Kerns stehende Li-7-Ring hier anscheinend nicht direkt eingeht, wohl aber der zentrale Be-8-Ring mit  $2 \times \cos 45^\circ \times 1,91314$  und einer von beiden Li-6-Ringen mit  $\cos 60^\circ \times 1,91314$ , was in der Summe  $3,66216 \text{ M}_K$  ergibt und recht gut mit dem Meßwert  $3,64140 \text{ M}_K$  übereinstimmt.

Beim wie Silicium-28 diskusförmigen Silicium-29 bewirkt das eine ungepaarte Neutron des einen von zwei Li-5-Kernringen allein das meßbare Dipolmoment von  $-0,55525 \text{ M}_K$ , während die anderen beiden He-5-Ringe und der senkrecht stehende Be-9-Zentralring wiederum keinen direkten Beitrag liefern zu der Rechnung:  $-\cos 72^\circ \times 1,91314 \text{ M}_K = -0,5912 \text{ M}_K$ .

Die ebenfalls ein negatives Quadrupolmoment aufweisenden Nuklide Phosphor-31 und Schwefel-33 unterscheiden sich dann weiter nur darin, daß die beiden parallel angeordneten (senkrecht stehenden) Be-8-Ringe auf der einen Seite — oben bzw. unten — nicht, wie auf der anderen auch, von einem weiteren Be-8-Ring zusammengehalten werden, sondern von einem Li-7-bzw. einem Be-9-Ring. Im ersten Fall ergibt die Rechnung:  $\cos 51,42^\circ \times 1,9134 \text{ M}_K = 1,19282 \text{ M}_K$  und im zweiten:  $2 \times \cos 60^\circ \times 2,79277 \text{ M}_K - \cos 40^\circ \times 2,79277 \text{ M}_K = 0,65338 \text{ M}_K$ , was befriedigend mit den Meßwerten  $1,13166$  und  $0,64327 \text{ M}_K$  übereinstimmt.

Nicht immer erscheinen — zugegebenermaßen — die einzelnen Rechenschritte so zwingend, wie bei den ersten Beispielen. Andere, z. T. "triviale", wurden hier noch ausgespart. Dennoch lassen sich bereits jetzt spezifische Aussagen darüber treffen, daß etwa weitere, alternative Konfigurationen (auch in Bezug auf die Spinrichtung) schon mit großer Sicherheit ausgeschlossen werden können, wenn nämlich keine Rechnung zu einem annähernd richtigen Ergebnis führt!

Das gilt z. B. für O-17 und F-17, die offenbar aus ei-

nem Be-8-Ring und einem Be-9-, bzw. einem B-9-Ring zusammengesetzt sind ("Rechnung":  $-1,91314 M_K$ , bzw.:  $2,79277 M_K + 1,91314 M_K = 4,70591 M_K$ ). Dies erscheint im Hinblick auf die "Doppel-8"-Sauerstoff-Normalkonfiguration auch logisch, da anderenfalls eine Aufhebung der Entartung bei den einzelnen Isotopen an so exponierter Stelle kaum hätte lange verborgen bleiben können.

#### Die schwierigen leichten Atomkerne und nochmals Kohlenstoff

Nachdem die kernmechanische Berechnung der Dipolmomente bis hierher also recht überzeugende Ergebnisse liefern konnte, gibt es wiederum aber auch einige kritische und folglich besonders aufschlußreiche Fragen an vielleicht eher unerwarteter Stelle: Spin und Dipolmomente der leichtesten Kerne bis zu Lithium-6 — beim üblichen Modell der paarweisen Anordnung gleichartiger Nukleonen im Potentialtopf (als direkte arithmetische Summe) scheinbar kein Problem — sind kernmechanisch nicht ganz so einfach zu verstehen.

Beim Deuteron, wo sich die parallel ausgerichteten halbzahligen Spins von Proton ( $1/2$ ) und Neutron ( $1/2$ ) zu einem Triplettzustand 1 addieren, ist also das magnetische Moment des Nuklids mit  $+0,857$  Kernmagnetonen nur unwesentlich kleiner, als die Summe von Proton ( $+2,793 M_K$ ) und Neutron ( $-1,913 M_K$ ).

Beim Tritium und Helium-3, wo sich jeweils die doppelt vorhandenen Nukleonen zum resultierenden Kernspin  $1/2$  kompensieren (offenbar nicht vollständig), sind die magnetischen Momente mit  $+2,978 M_K$  und  $-2,127 M_K$  hingegen etwas größer.

Obleich man in diesem Fall auch an einer 3er-Kernring denken könnte, spricht aber mindestens zweierlei dagegen: einerseits der hier fehlende "Bahndrehimpuls" (in Wirklichkeit: Kernfluß!) zum anderen wäre ein entsprechender Singulettzustand zweier sich direkt berührender Nukleonen — anders als bei He-4 und dem dort vorhandenen Mindestabstand — wohl instabil. Hinzu kommt, daß bei Streuexperimenten gegeneinander gerichteter Teilchenströme mit He-3-Atomen — im Unterschied zu He-4 — etwa ein Streuwinkel von  $90^\circ$  praktisch nicht vorkommt. Schließlich legt endlich auch die relativ geringe Bindungsenergie eine lineare, nicht geschlossene Kernstruktur nahe!

Noch komplizierter scheint die kernmechanische Analyse bei Lithium-6 und dem Kernspin ( $1/2 + 1/2 = 1$ ), wo das magnetische Dipolmoment mit  $+0,822 M_K$  wiederum noch etwas kleiner ausfällt, als bei der ähnlich aussehenden Deuterium-Rechnung. Wenn aber — wie es der eine bestätigte Li-7-Kernring zunächst nahelegt — auch Li-6 (im Grundzustand) aus nur einem Kernring bestünde, dann müßte folglich das Dipolmoment eines einzigen ungepaarten Neutrons zu dem des gegenüberliegenden Protons,  $2,79277 M_K$ , mit umgekehrtem Vorzeichen, also mit  $+1,91314 M_K$ , addiert werden, was einen viel zu großen Wert ergeben würde. Ganz ohne Spinpaarung wäre das Resultat — mit jeweils drei Nukleonen im Winkel von  $120^\circ$  — dagegen Null!

Demnach ist die maßgebliche Erklärung u. U. eine ganz andere, wie ein Vergleich mit Li-8 offenbart:

Atomkerne mit der Massenzahl 8 sind ja dagegen bekanntlich sämtlich instabil; bemerkenswert dennoch die Halbwertszeit von 3-Li-8 von fast einer Sekunde in Verbindung mit dem dort festgestellten Dipolmoment,  $1,653 M_K$ , welches tatsächlich nur als Summe eines H-3- und eines He-5-Kerns erklärt werden kann. Dabei wirkt

der zentrale lineare H-3-Kern demnach folglich immerhin für etwa  $0,85$  S stabilisierend auf den allein überhaupt nicht "lebensfähigen" He-5-Kernring ( $W = 0,58$  MeV)!

Wenn es denn also sogar He-5-Kernringe mit H-3-"Achsnaben" gibt, um wieviel wahrscheinlicher — und energetisch günstiger — wären dann erst He-4-Kernringe mit Achsnaben aus Deuterium, statt Tritium?! In diesem Fall stimmt nicht nur die Energie-Rechnung, sondern auch diejenige von Kernspin und Dipolmoment für den Grundzustand von Li-6, während der zweite angeregte Zustand mit dem Kernspin  $0^+$  (und wohl auch die weiteren mit  $2^+$  und  $1^+$ ) dem einzelnen 6er-Kernring zuzuordnen sind, bzw. der erste angeregte Zustand mit  $3^+$  zwei 3er-"Spiegelringen".

Genau umgekehrt zu Li-6 bildete demnach, wie erwähnt, ein Einzel-Kernring den stabilen Grundzustand von Li-7, während es nach dem vorher gesagten sehr wahrscheinlich ist, für den ersten angeregten Zustand mit  $1/2^-$  eine Konfiguration aus einem He-4-Kernring und einer "Tritium-Nabe" anzunehmen. Trotz ihrer Strukturunterschiede stimmen also beide Lithium-Isotope darin überein, daß jeweils die Achse des ungepaarten Protons senkrecht zu der der beiden gepaarten steht.

Keine ernsthaften Zweifel an der richtigen Konfiguration im Grundzustand gibt es dann beim C-12-Nuklid, das dann in jedem Fall aus zwei Li-6-Kernringen bestehen muß! Die unmittelbar hieraus abzuleitenden Bindungsstrukturen des Kohlenstoffs wurden ja schon frühzeitig angesprochen; ein für die sogenannten ungesättigten Doppelbindungen sehr entscheidender Umstand aber noch nicht! Weil nach den Aussagen der kernphysikalischen Chemie die Konfiguration der Protonen im Kern auch für die Anordnung der  $< \text{Valenz} >$  Elektronen maßgeblich ist, hat gerade beim Kohlenstoff die Spinpaarung besondere Konsequenzen:

Da die beiden hier axialen Protonen verschiedenen, senkrecht aufeinander stehenden Kernringen angehören, koppeln sie nun in einem Winkel von  $45^\circ$ .

Während also, wie bereits beschrieben, beim Stickstoff-Molekül alle drei bindenden Elektronen auf einer Geraden als "Schnittstelle" und mit ihren Spinachsen in einer Ebene liegen, gilt der letzte Punkt nicht für die "Doppelbindung" des Kohlenstoffs. Diese sogenannte Doppelbindung, die ja ebenfalls eine Dreifachbindung sein müßte, weist bei den mittleren, kernnahen Elektronen (die äußeren, kernfernen Elektronen sind doppelt so weit vom Kern entfernt) von Hause aus aber senkrecht zueinander stehende Spinachsen auf.

Im ersten Fall — beim Stickstoff — entspricht dies bei einem makroskopisch vergrößerten Modell sinngemäß etwa zwei gegeneinander abrollenden Zahnrädern, während diese im zweiten Fall senkrecht stehend blockieren würden. Offensichtlich passiert das aber bei der "Doppelbindung" des Kohlenstoffs so nicht, sondern mit entsprechendem Energieaufwand gibt es dann auch für die Elektronen der mittleren "Sigma"-Bindung eine Spinpaarung — wenngleich unter Spannung — mit den bekannten Folgen!

Übrigens haben durchweg alle Nuklide ab He-3 zumindest eine Protonen- und somit auch Elektronen-Spinpaarung gemeinsam, was nun den eigentlichen, eher trivialen Grund für die quantenmechanisch ermittelte (Maximal-)Besetzung der "K-Schale" mit zwei besonders fest gebundenen Elektronen darstellt: Während die stets größte gemessene Ionisierungsenergie für das jeweils letzte abgelöste Elektron eines Atoms nicht über-

raschend ist, erklärt sich die ebenfalls sehr große Energie beim vorletzten Elektron allein aus dem notwendigen Aufbrechen der Paarbindung im Singulettzustand.

Durch die auf der Kernmechanik aufbauende kernphysikalische Chemie können u. a. alle Verbindungen und Konfigurationen des Kohlenstoffs ganz zwanglos direkt aus seinen fünf Bindungsachsen erklärt werden, gleichgültig ob es sich dabei um planare, gewinkelte, aliphatische, aromatische, mesomere Verbindungen handelt oder nur um die Frage, warum etwa Wasserstoff-Fulleren-Verbindungen in der Endoform energetisch begünstigt sind oder warum mit jeder Einführung eines weiteren Kohlenstoffatoms mit kumulierten Doppelbindungen in ein ursprünglich vorhandenes Ethylen-Molekül die einfach gebundenen Wasserstoffatome an beiden Enden sich abwechselnd einmal senkrecht zueinander und dann wieder flach in einer Ebene orientieren, usw., usw.

#### Auf der Suche nach einer Aufhebung der Entartung(en)

Für die jeweils im einzelnen behandelten stabilen Kernstrukturen wurde bisher immer das Bestehen von Entartungen angenommen, d. h., daß sich Isotope der entsprechenden Elemente weder in ihren chemischen Eigenschaften noch in ihren Spektren unterscheiden sollten. Ob aber tatsächlich die kernmechanische oder die quantenmechanische Deutung letztlich die richtige(re) ist, muß sich nun bei der Suche nach einer Aufhebung der Entartung erweisen:

Ein erstes Kandidatenpaar, für welches eine solche Aufhebung erwartet werden kann, wurde sogar schon erwähnt: Be-7 und Be-9; wobei jedoch das Isotop Be-7 radioaktiv ist — mit einer Halbwertszeit von 53,3 Tagen — was einen sauberen Nachweis allerdings sehr erschwert. Unter allem Vorbehalt — aber immerhin denkbar — ist dann als nächstes Na-23 zu nennen, da dort "unter einer Hausnummer" neben der beschriebenen Dreiring-Kernstruktur u. U. noch eine zweite isomere Vierring-Kernstruktur, bestehend aus einem zentralen 8er-Ring und drei aufgereihten 5er-Ringen, existieren könnte.

Nachdem danach wohl die weiteren Elemente mindestens bis zum Schwefel als Isomerie-Kandidaten ausgeschlossen werden müssen, erscheint dann jedoch Calcium als "sichere Bank" für eine Aufhebung der Entartung. Nachdem Ca-40 wahrscheinlich aus fünf 8er-Ringen besteht (wie vermutlich auch Ar-40, wobei sich bei Argon aber die vier anderen symmetrisch um den einen Zentralen gruppieren würden), sollte dann jedoch schon Ca-44 nicht mehr die Form der weiter oben beschriebenen verdrehten Kette annehmen, sondern eher Cr-52 gleichen, — mit einem 8er-Ring weniger. Ein Wechsel der Nuklidform bzw. Struktur läßt sich übrigens auch am prozentualen Gesamtanteil feststellen, der dann nicht wie bei Schwefel (nur gg!) monoton abfällt.

Mit gewissen Abstrichen und den hier kleineren Spannbreiten zwischen dem jeweils leichtesten und schwersten Isotop existiert weiterhin auch für die folgenden Übergangsmetalle ebenfalls eine große Isomerie-Wahrscheinlichkeit. Um schließlich noch ein letztes konkretes Beispiel zu nennen, ist dann erst bei Strontium-88 eine gleichermaßen stabile und wahrscheinliche Konfiguration aus zwei zentralen 12er-Ringen und acht aufgereihten 8er-Ringen möglich. Für die anders aufgebauten, leichteren Nuklide Sr-84 und -86 gilt darum sicher ebenfalls eine Aufhebung der Entartung! Sehr wahrscheinlich ist auch Zinn nur darum so weich und so

leicht verformbar, da es — bekanntermaßen — aus den meisten, eben nicht strukturgleichen Isotopen besteht; statt eines spröden Bruchs in einer gleichmäßigen Gitterstruktur kommt es dann etwa nur zu einer Verschiebung der vielfältigen Gleitebenen.

Eine wichtige Konsequenz aus den bisher ermittelten konkreten Kernstrukturen scheint nun offenbar die zu sein, daß es wohl fast allein von diesen abhängt, ob und wenn ja, in welche Richtung überhaupt ein  $\beta$ -Zerfall stattfinden kann. 19-K-40 zerfällt beispielsweise etwa durch Positronen-Zerfall, — wenn es wie 18-Ar-40 symmetrisch aufgebaut ist oder durch Elektronen-Zerfall, — wenn es wie 20-Ca-40 aus einer verdrehten Kette besteht. Beide Strukturen sind demnach also verschieden.

Wenn man nur etwas genauer hinschaut, kann man im entarteten "Einheitsbrei" scheinbar gleicher Zustände noch all zu oft durch eine bessere Auflösung auch feinere Detailstrukturen erkennen; weiteres Beispiel: die gern nivellierte Kurve der Bindungsenergie ( $B/A$ ), die jedoch im Zweifelsfall zusätzliche präzise Aussagen zu den einzelnen Kernen liefern kann und somit neben Kernform, Spin, Dipolmoment und Ladungsverteilung ein weiteres wichtiges Entscheidungskriterium für die Analyse darstellt.

Sehr lohnend für das Gesamtverständnis ist es auch, etwa analog zur Berechnung der Separationsenergie für das letzte Neutron, ebenso einmal die Ionisierungsenergien nicht nur absolut zu betrachten, sondern zusätzlich jeweils als Differenz vom ersten Elektron zum zweiten, von diesem zum dritten, usw. usw. Ebenso kann man außerdem noch als quasi "Schrägbeziehung" wiederum die Differenz zwischen den jeweils letzten, vorletzten etc. so erhaltenen Werten der verschiedenen Reihen, d. h. Elemente bilden.

Die detailliertesten Informationen über den Bau der Atome sind nach wie vor aus ihren Spektren abzulesen. Daß das nun laut Aussage der Kernmechanik verstärkt auch für die Struktur der Kerne selbst gilt und weit über Hyperfeinstruktur-Analysen zum Kernspin oder die Ermittlung des Quadrupolmoments etc. hinausgeht, steht im Widerspruch zum üblichen Schablonen-Denken, wo stets genau sortiert wird, was in welche Schublade hineingehört. In der Physik verlief die Grenze anscheinend logisch zwischen eV und MeV, was wiederum eine scheinbar saubere Trennung zwischen Atomphysik (und Chemie) einerseits und Kern- und Elementarteilchen-Physik auf der anderen Seite ermöglichte, — bei strikter Strafe der Grenzüberschreitung!

Wenn nun die Quantenphysik behauptet, daß Atom- und Spektrum nur von Kernladung und Pauli-Prinzip abhängen und nicht von Isotopie-Unterschieden (abgesehen von der Masse) und dabei auf Wasserstoff, Helium oder Neon und dergl. verweist, dann reicht dies jetzt nicht mehr aus. Eine diesbezügliche Überprüfung der genannten Isotope von Beryllium, Calcium oder etwa der von Eisen mit einem(?) bekanntermaßen detailreichen Spektrum steht als "Bringschuld" noch aus. Häufig zu hörende bzw. zu lesende Argumente, eine bestimmte Erscheinung sei nur quantenmechanisch, nicht aber klassisch mechanisch erklärbar, klingen nach fortbestehenden Selbstzweifeln und dem "Pfeifen im dunklen Wald". Da es in der Natur ja a priori weder eine klassische noch sonstige Mechanik gibt und auch keine überall geltenden "Naturgesetze", kommt es — naturgemäß — zunächst auf die richtigen Modelle und Interpretationen an.

Beispielsweise ist es einfach unzulässig, ein Elementarteilchen als ladungsbehaftete Masse zu interpretieren.

ren, welche zum Erzeugen des Magnetfeldes derart schnell rotieren müßte, daß es durch die dann auftretende Überlichtgeschwindigkeit zerrissen würde. Die sogenannte Ruhemasse und die sonstigen Elementar-Eigenschaften entstehen ja gerade erst durch die Rotation oder — anders gesagt — alle Eigenschaften bedingen einander.

Schon das unkritische Behandeln der elektrischen Elementarladung als Monopol und reine Rechengröße ist höchst fragwürdig, da ein plausibleres Dipolmodell samt Spinabhängigkeit die beobachteten Tatsachen gleichermaßen erklärt, wobei sich antiparallele Elektronen im Atom gegenseitig kompensierten und separat schwingend gerade die "Quantensprung"-Differenzfrequenz abstrahlten! Bei den Alkalimetallen wären dann drei (oder mehr!) radial gestaffelte Leuchtelektronen der Hülle u. a. verantwortlich für Gesamtspin, Dublettsstruktur und Energiegehalt von Photoeffekt und Wärmestrahlung.

Wenn man nun heute, mit allen technischen Hilfsmitteln ausgestattet, prüfend ins Weltall schaut, dann finden sich überall bereits Indizien dafür, daß weder die klassische noch die quantenphysikalische Interpretation der "Naturgesetze" ganz zutreffend ist. Etwa rotieren die meisten Galaxien schneller, als sie es auf Grund ihrer Masse eigentlich dürften, so daß die Rettung jetzt in nicht sichtbarer, dunkler Materie etc. gesucht wird. Andere interessante Phänomene sind z. B. die im großen Maßstab beobachtete sehr ungleichmäßige Materieverteilung ganzer Galaxien-Haufen in Form von überdimensionalen Blasen-Strukturen oder auch die anscheinend sehr gleichmäßige Verteilung von immer nur sehr kurzzeitig aufblitzenden Gamma- und Röntgenstrahlungs-Quellen. Die Röntgenstrahlung könnte nun zwar als Wechselwirkung von Materie mit Neutronensternen gedeutet werden, allein, oft gibt es überhaupt keine anderen sichtbaren Sterne und Systeme in der fraglichen Richtung.

Es soll an dieser Stelle nicht unerwähnt bleiben, daß auch im Erklärungsmodell der Kernmechanik beim hypothetischen "Neutrinoäther", als dem universellen Übertragungsmedium von Strahlung und Kräften aller Art, ein kritischer Punkt existiert: Was ist, wenn der Neutrinostrom aus allen Richtungen gleich ist, also quasi "Windstärke Null" herrscht?! Der bildliche Vergleich mit Gas- oder Flüssigkeitsmolekülen ist natürlich schief, aber nicht ganz falsch; siehe: Brownsche Molekularbewegung und schwache Wechselwirkung. Wahrscheinlich wird in dem geschilderten Fall auch weiterhin eine Übermittlung von Strahlung und Kräften stattfinden, aber so filigrane und weitgehend leere Gebilde, wie Atome werden in der gewohnten Form nicht mehr bestehen können. Das Resultat wäre dann aber nichts anderes, als dunkle Materie, z. B. in der Form von Neutronensternen, wie es zuvor aus ganz anderen Gründen in der Astronomie gefordert wurde. Bei den bekannten Erzeugungsmechanismen von Neutrinos bei Kernumwandlungen ergibt sich schließlich genau die Strahlungsverteilung, die zwangsläufig zu den beobachteten großräumigen Blasenstrukturen der sichtbaren Materie im Weltall führt.

#### Kritische Nachbetrachtungen und Bestandsaufnahme

Nachdem am Anfang festgestellt wurde, daß sich Atome und insbesondere ihre Kerne jeder direkten Beobachtung entziehen und zwischenzeitlich zu befürchten war, daß deshalb Spekulationen die Überhand gewin-

nen könnten, nehmen die Einzelheiten mittlerweile konkrete Formen an: Zunächst hat sich offensichtlich — bei aller noch nötigen Detailkorrektur — das mechanistisch-geometrische Kernmodell mit annähernd kugelförmig rotierenden Nukleonen und einer dipolartig wirkenden starken Kernkraft im Grundsatz als überaus fruchtbar und richtig erwiesen.

Dabei ist die Position der einzelnen Nukleonen innerhalb der spezifischen Ring- und Ketten-Konfigurationen, zu denen sie sich zusammenschließen, keineswegs statisch, sondern ähnelt eher der kleiner Partikel, die der Brownschen Molekularbewegung unterliegen. Stabilität kann es deshalb nur dann geben, wenn die Bindungsenergie "groß genug" ist und darüberhinaus auch noch die jeweils größtmögliche bei der entsprechenden Massenzahl darstellt. Bei Nukliden spricht man dann vom sogenannten Grundzustand.

Im konkreten Einzelfall ist es nicht immer leicht, eine bestimmte Konfiguration dem Grund- oder einem angeregten Zustand zuverlässig zuzuordnen. Beispiel: Li-6. Erst nach der gründlichen Bewertung aller zur Verfügung stehenden Fakten ergab sich dann, daß die Konfiguration He-4 + D den Grundzustand ( $1^+$ ) bildet, während der nicht deformierte 6er-Ring zum zweiten angeregten Zustand ( $0^+$ ) gehört. Dies stimmt nun wiederum ausgezeichnet mit der bei Streuversuchen ermittelten Reichweite der bindenden Kernkraft überein, welche etwa bei 1 fm ein Maximum aufweist und dann mit wachsender Entfernung sehr schnell (exponentiell) abnimmt.

Da sich dies entsprechend stark auf die Bindungsenergie beim 6er-Ring mit relativ großen Abstand der jeweils gegenüberliegenden Nukleonen auswirkt, muß dies natürlich umso mehr noch für den in der Fig. 1 dargestellten Li-7-Ring gelten. Das aber bedeutet, daß auch dieser — trotz der scheinbar bestätigenden Dipolmoment-Berechnung — unmöglich den Grundzustand ( $3/2^-$ ) darstellen kann, welcher vielmehr einer Kombination aus einem He-4- und einem H-3(T)Ring zukommt. Die gleiche Kombination mit linearem T-Kern bildet dann offenbar den ersten angeregten Zustand und erst danach kommt vermutlich der (noch nicht deformierte) 7er-Ring ( $7/2^-$ ) usw.

Eine Bestätigung dieser Strukturen findet sich übrigens auch in einem Aufsatz von Egelhof, Möbius und Steffens über die "Physik mit ausgerichteten Atomkernen — eine Methode zur Untersuchung der Kerndeformation" in "Naturwissenschaften" 8/1981, bzw. K. Langanke "Das Kernclustermodell", Phys. Bl. 7/8 (1992).

Weiteren wichtigen Aufschluß gibt die Kurve der Bindungsenergie, hier im Bereich von  $A = 20 \dots 64$ , Fig. 3.

Allgemein läßt sich nun — ohne das willkürliche Anpassungen vorgenommen werden müßten — eine Annäherung resp. Konvergenz der Kernmechanik an die Aussagen der Quantenphysik feststellen; wenn einmal man von gewissen Dogmen absieht. Nach wie vor gibt es in der Kernmechanik nämlich im Normalfall keinen Bahndrehimpuls (und somit auch keine "Spin-Bahn-Kopplung") sondern bei den Nukleonen den starken Kernfluß (analog zum magnetischen) und bei den Elektronen nur die Addition ihrer Spins und magnetischen Momente.

Ein Wort noch zu den den nicht wirklich zwingenden Beweisen für den Quanten-Charakter des Lichts: Da auch Elektronen in gleichartigen — übrigens stationären — Orbitalpositionen auch im "kalten" Zustand offensichtlich großen Energieschwankungen unterliegen

(Arbeitshypothese: Neutrinowind), bedarf es zur Resonanzauslösung einiger gerade besonders instabil gebundener nur sehr geringer Energieübertragung, wobei sie nun die gespeicherte potentielle Energie als Impuls mitnehmen (was sowohl die Frequenzabhängigkeit, als auch die kurze Ansprechzeit des photoelektrischen Effekts erklärt).

Die Resonanzauslösung von "überzähligen" Elektronen in einem Atom kann etwa bildlich verglichen werden mit dem Auslösen einer gespannten Mausefalle, nur das hier die (abstoßende) elektrostatische Energie bei antiparallelem Spin gespeichert ist und erst bei dessen Umklappen wirksam wird.

Noch einfacher erklärt sich übrigens die Spektralverteilung der Hohlraumstrahlung bei schwarzen Körpern daher, das zur Anregung der fester gebundenen inneren Elektronen mit besonders hoher Schwingungsfrequenz auch eine besonders hohe kinetische Energie, d. h. Temperatur erforderlich ist.

#### Korrektur der Packungsdichte und Kernringketten-Anpassung

Nachdem nun im vorigen Abschnitt festgestellt wurde, daß bereits in den Kernen von Li-6 und Li-7 konkrete He-4-Kernringe (Alpha-Teilchen) vorhanden sein müssen, ergibt sich jetzt der logische Folgeschluß für O-16 und die resultierende neue Konfiguration 4-8-4 (mit zwei Alpha-Ringen) praktisch von allein. Gemäß Kernspin, Parität und Dipolmoment gilt diese Grundkonfiguration auch noch bis zu F-19, woraus dann übrigens die Kernreaktion F-19 (p, He-4) O-16 ohne weiteres verständlich wird. Eine weitere interessante Konsequenz ist noch außerdem, daß — wie im Fall von O-17 — in Kernen ggf. sogar einzelne Neutronen (bei größeren Kern"-Clustern" auch entsprechend mehr) mehr oder weniger fest, d. h. dauerhaft gebunden sein können.

Analog zu den obigen Überlegungen führt nunmehr auch die Berechnung des Dipolmoments von N-14 mit der Konfiguration 4-6-4 jetzt zwanglos zum richtigen Ergebnis, wenn man eine plausible Verformung des mittleren Li-6-Ringes annimmt, so daß sich die Spinachsen-Winkel für jeweils zwei gegenüberliegende Nukleonenpaare von 60° leicht reduzieren auf 57,1° usw.

Während wohl die Kernstruktur 6-8-6 tatsächlich den Grundzustand des Edelgas-Nuklids Ne-20 darstellt, kann danach für Mg-24 wiederum eine Konfiguration 4-8-8-4 mit abschließenden "Alpha"-Ringen erwartet werden. Grundsätzlich läßt sich also sagen, daß die Nuklide in Wirklichkeit fast immer etwas enger gepackt sind, als dies im eher starren Perlenring-Modell möglich erscheint (wie sich höchstwahrscheinlich mindestens etwa auch im Bereich zwischen Ti-48 und Cr-52, mit wohl immer noch zwei zentralen 8er-Ringen, zeigen wird).

Weitaus größere offensichtliche Folgen hat die Tendenz zu einer jeweils maximalen Packungsdichte womöglich aber bei den langen und längsten Kernringketten: Ist noch früher — in der DE-OS 42 44 463 — davon ausgegangen worden, daß ein geschlossener Knoten mit zwei Kettenumschlingungen mit der sogenannten ersten Insel der Stabilität, etwa bei Th-232 korrespondiert, so muß nunmehr angenommen werden, daß dieser Kettenzustand schon bei Pb-208 erreicht wird. Hierbei können in die Kette entweder noch wenige Protonen — "Magische Neutronenzahl" 126 — oder auch für einem begrenzten Zeitraum einzelne Neutronen angelagert werden — "Magische Protonenzahl" 82. Demnach ergeben sich also ebenso, wie etwa diejenigen

bei 2, 8, 20 usw., auch diese "Kernschalen" direkt aus dem realen Kernaufbau.

Ein weiterer Beweis für die jetzt gefundene kompakte Struktur des Pb-208-Nuklids ist übrigens außerdem, daß dieser Kern nicht nur eine relativ hohe Spaltbarriere besitzt, sondern dazu auch noch symmetrisch spaltet, d. h. etwa gleich große Spaltfragmente bildet. Ganz anders ist dies dann bei dem schon genannten Th-232 oder gar U-238: Hier zeigt sich zum einen eine sehr niedrige Spaltbarriere und zum anderen eine sehr asymmetrische Massenverteilung, etwa bei  $A = 96$  und  $136$ , wobei diese Zahlen mit der Ausgangsmasse des Urkerns zunehmen.

Tatsächlich korrespondiert dies wiederum verblüffend genau mit dem nunmehr bereits an dieser Stelle anzunehmenden Nuklidaufbau eines Kreuzknotens (bzw. "Altweiberknotens"), Fig. 5, wo beide kompakte Kerncluster-Teile nur an zwei Stellen durch die Kette miteinander verbunden sind.

Danach gibt es schließlich wohl nur noch eine weitere plausible Möglichkeit einer geeigneten Kettenverknötung: Ein wiederum geschlossener Knoten mit — statt wie bei Blei zwei — jetzt drei Knotenumschlingungen! Aufgrund der geforderten (hohen) Dichteverteilung erscheint diese Knotenstruktur jetzt aber bereits etwa bei  $A = 256$  und nicht erst, wie ursprünglich vermutet, bei  $A = 288$  oder größer. Ob nun Fm-256/257 mit einer Halbwertszeit von 2,6h bzw. 100d bereits die gesuchte stabilste isomere Kernform darstellt — die symmetrische Spaltprodukte-Verteilung deutet darauf hin — oder auch nicht: Weitere "Inseln der Stabilität" wird es danach wohl nicht mehr geben.

Die Gründe für die entweder symmetrische oder asymmetrische Spaltung sind beim verknöteten Kernringketten-Modell übrigens leicht nachvollziehbar: Das Uran-235-Nuklid besteht bei der angenommenen Kreuzknoten-Struktur etwa aus zwei kompakten Einzelknoten-Clustern, welche lediglich durch zwei relativ schwach dimensionierte Einfachketten-Stränge zusammengehalten werden. Wenn nun bei einem geeigneten Auftreffwinkel eines von einer Cluster-Hälfte absorbiertem thermischen Neutron plötzlich eine Zugspannung entsteht (was beim kompakteren Th-232 seltener passiert), reißt die verbindende Kette — aufgrund der eigenen Massenträgheit — jeweils im Ansatz kurz ab und verbleibt bei der (annähernd) in Ruhe befindlichen Hälfte.

Ganz anders ist die Situation z. B. beim stabilen Pb-208:

Hier gibt es bei der in Kranzform fest aufgewickelten Kernringketten-Struktur nur eine "Sollbruchstelle", die nämlich durch das — zumindest bindungsmäßig — freibleibende Mittelloch verläuft. Verständlich ebenfalls, daß in diesem Fall nur zentral mit hoher Energie auftreffende Partikel, etwa Alphateilchen, in der Lage sind, gleich mehrere Verbindungsstränge in der Ringebeine durchzuschlagen und aufzubrechen, mit eben der beobachteten symmetrischen Massenverteilung als Folge.

Trotz zunächst ähnlich erscheinender Massenverteilung unterscheidet sich die Situation bei Fermium-257 bei genauerem Hinsehen aber doch stark von der gerade beschriebenen. Wie bei Uran-235 genügen zur Spaltung bereits thermische Neutronen, was bei einer bleiähnlichen Ringstruktur eigentlich unverständlich erscheint. Hinzu kommt, daß bereits bei den kurzen Halbwertszeiten angedeutete Fehlen jeglicher Hinweise auf einen (quantenmechanisch hier sowieso nicht erwarteten) "Schalenabschluß".



Wenn dagegen — wie bisher überall sonst — das kernmechanische Modell stimmt, dann kommt nunmehr eher eine andere Erklärung in Frage: Die zitierten Fermium-Isotope haben grundsätzlich die gleiche Knotenstruktur wie Uran, mit dem wichtigen Unterschied, daß zwischen beiden Cluster-Hälften um die beiden Verbindungsstränge herum noch zahlreiche einzelne Neutronen eingelagert sind, welche eine veränderte Impulsübertragung bewirken und dann bei der Spaltung "ab-dampfen".

Demnach wurde also die kernmechanisch durchaus denkbare stabilere isomere Struktur einer Kernringkette mit insgesamt drei Knoten-Umschlingungen im Labor noch nicht realisiert, was mit Uran als Target allerdings auch kaum möglich erscheint; eher schon mit Bismut oder Blei, und mit Zn-64 ... 68 als Projektil. Immerhin könnte die Halbwertszeit durchaus viele  $10^4$  Jahre betragen.

#### Materialwissenschaftliche Anwendungen und Verfahren

Als praktische Nutzenanwendung der obigen Erkenntnisse läßt sich festhalten, daß es offenbar innerhalb der einzelnen chemischen Elemente Isomerie-Unterschiede gibt, welche sich zunächst auf die Anordnung der Protonen, dann aber auch auf diejenige der Elektronen und somit die Materialstrukturen auswirken.

Außer bei einigen nicht stabilen Isotopen — Be-7 im Vergleich zu Be-9 — treten diese Unterschiede aber erst bei Ca-40 im Vergleich zu Ca-44 und wiederum Ca-48 auf. Dennoch könnte sich aber außer bei Be-7 u. U. auch schon bei C-12:C-13 eine geringfügige Abschwächung der Singulettzustände gegenüber den Triplets im Atomspektrum zeigen.

Für eine effektive materialtechnische Nutzung wird nun vorgeschlagen zunächst bei den besonders interessanten Übergangsmetallen Titan, Chrom, Eisen usw. durch Isotopentrennung selektiv spezifische Materialien mit besonders hochwertigen, reinen Eigenschaften zu gewinnen. Auch im Bereich ihrer Homologen, insbesondere Zirkonium, Molybdaen, Hafnium und Wolfram ist sowohl eine gesteigerte Härte, als auch Temperaturbeständigkeit zu erwarten, die jeweils eine vielfältige technische Nutzung gestatten.

Einer unerwünschten Versprödung kann gegebenenfalls übrigens umgekehrt wiederum mit der gezielten Legierung der zunächst isotopenrein hergestellten Elemente begegnet werden.

Zur Darstellung dieser besonders reinen Materialien eignen sich zunächst die bereits bekannten Verfahren zur Isotopentrennung.

Wegen des entscheidenden hohen Wirkungsgrades wird hierfür vorgeschlagen, das jeweils spezifisch abgestimmte Licht leistungsstarker Laser zu verwenden. Dieses kann zweckmäßig auch in zwei oder mehr Stufen geschehen, wobei der erste Laser im allgemeinen eine geringere Leistung aufweisen kann, dafür aber besonders genau selektiv auf die Bindungsresonanz einer der zu trennenden Substanzen abgestimmt sein muß. Dabei ist als zweiter und weiterer ein Kohlendioxid-Laser besonders geeignet. Bei gesteigerter Laser-Leistung kommen in Zukunft, sobald sie zur Verfügung stehen, aber auch Laserdioden-Arrays hier gleichfalls in Frage.

Ein weiterer Vorteil des Laser-Trennverfahrens ist zudem, daß diese Technik grundsätzlich ebenso zur gezielten Selektion verschiedener Kern-Isomere innerhalb eines einzigen Isotops einsetzbar ist.

Bei bekanntem Aufbau der tatsächlich vorliegenden Kernstrukturen gibt es sodann eine Fülle weiterer Anwendungsmöglichkeiten auf vielen Spezialgebieten der Physik, Chemie und der Materialforschung. Eine davon sei zum Schluß noch besonders herausgegriffen: Nach dem nunmehr entschlüsselten Aufbau der bisher existierenden schwersten Nuklide erscheint es jetzt durchaus möglich, weitere (zumindest fast) stabile im Bereich von  $A = 256 \pm 12$  synthetisch herzustellen. Sie sollten sich, wie gesagt, etwa von Uran u. a. dadurch unterscheiden, daß sie kaum durch thermische Neutronen spaltbar sein dürften.

Zur Synthese wird demnach vorgeschlagen, ein Blei-Target mit Zink-Ionen genügend hoher Energie zu beschließen, derart, daß zunächst neue, schwere Compoundkerne entstehen, aus denen sich dann z. T. auch die bislang noch unbekannten stabilen Schwernuklid-Isomere herausbilden können.

#### Patentansprüche

1. Kernmechanisches Verfahren zur Bestimmung und materialwissenschaftlichen Anwendung der Atomstrukturen, dadurch gekennzeichnet, daß bei chemischen Elementen mit einem Atomgewicht A von größer gleich 40 zunächst ermittelt wird, welche Isotope und Isomere sich in ihrer Kern- und Atomstruktur in geeigneter Weise unterscheiden, insbesondere im Bereich der Übergangsmetalle Titan, Chrom, Eisen und ihrer Homologen, Zirkonium, Molybdaen, Hafnium und Wolfram und daß hierbei durch Isotopen- und Isomerentrennung Materialien mit gesteigerter Härte und Temperaturbeständigkeit selektiert werden, welche jeweils eine vielfältige technische Nutzung gestatten oder daß aufgrund genauer Kenntnis der Nuklidstrukturen Kerne mit geeigneter Kettenanordnung synthetisch zu neuen, natürlich nicht vorkommenden, extraschweren stabilen Kernen miteinander verschmolzen werden.

2. Kernmechanisches Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Materialtrennung wegen des besonders hohen Wirkungsgrades das jeweils spezifisch abgestimmte Licht leistungsstarker Laser verwendet werden, was zweckmäßig auch in zwei oder mehr Stufen geschehen kann, wobei der erste Laser im allgemeinen eine geringere Leistung aufweist, dafür aber besonders genau selektiv auf die Bindungsresonanz einer der zu trennenden Substanzen abgestimmt ist.

3. Kernmechanisches Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß als zweiter und/oder weiterer Laser ein Kohlendioxid-Laser verwendet wird.

4. Kernmechanisches Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß als zweiter und/oder weiterer Laser ein Laserdioden-Array verwendet wird.

5. Kernmechanisches Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß einer unerwünschten Versprödung gegebenenfalls wiederum mit der gezielten Legierung der zunächst isotopenrein hergestellten Elemente begegnet wird.

6. Kernmechanisches Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Synthese natürlich nicht vorkommender schwerer Elemente oder Isotope ein Blei-Target mit Zink-Ionen genügend hoher Energie beschossen wird, derart, daß zu-

nächst neue, schwere Compoundkerne entstehen, aus denen sich dann z. T. auch die bislang noch unbekannten stabilen Schwernuklid-Isomere herausbilden können.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Nummer:  
Int. Cl. 5:  
Off. nl. gungstag:

DE 44 02 774 A1  
G 21 G 1/04  
28. Juli 1994

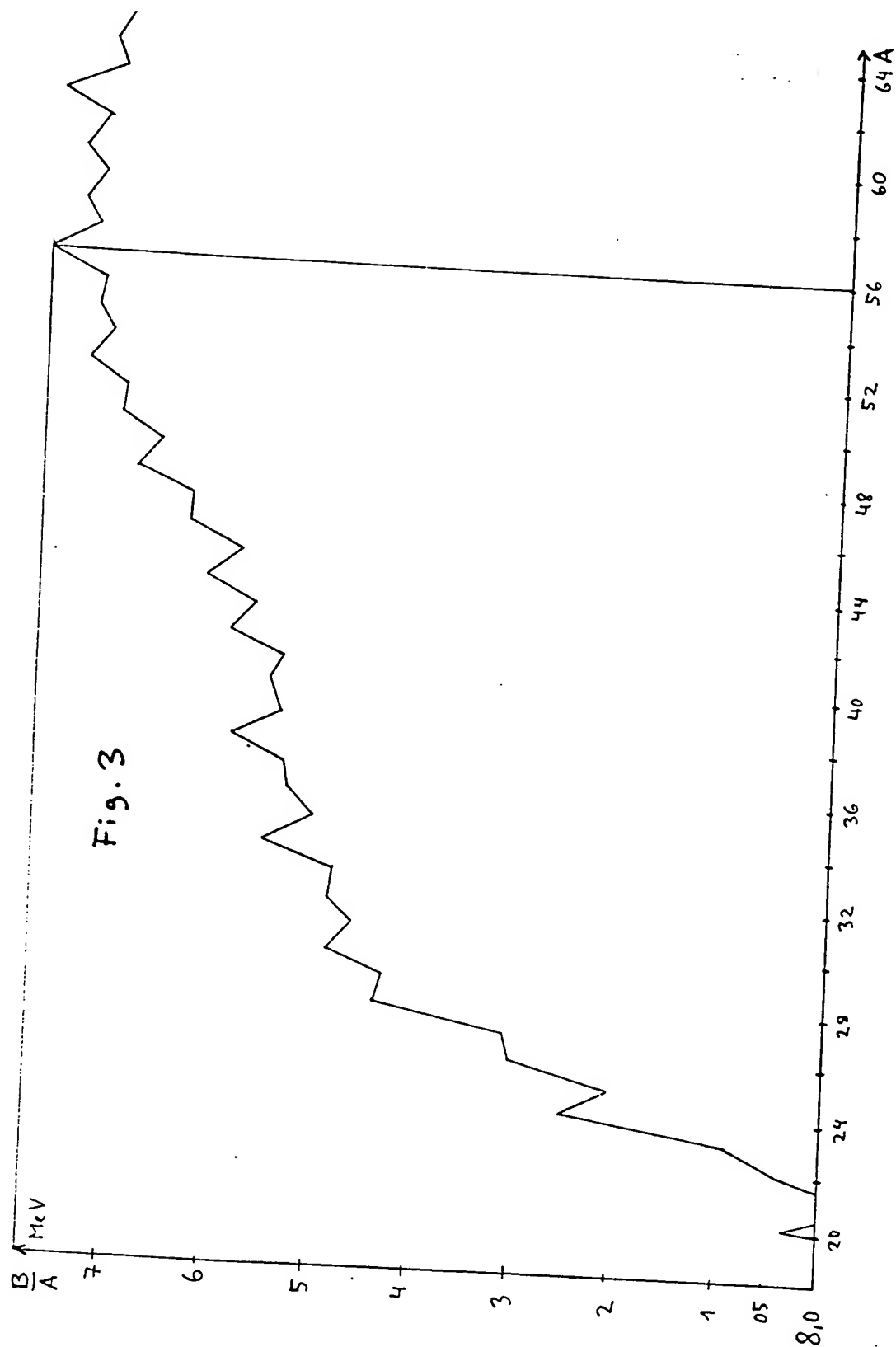




Fig. 4

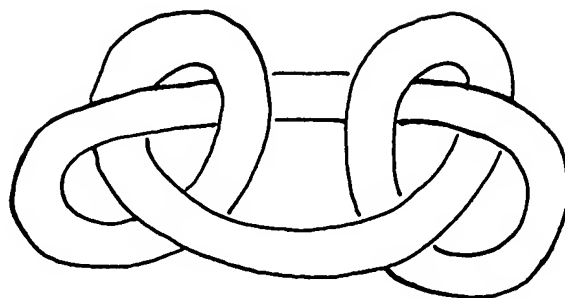
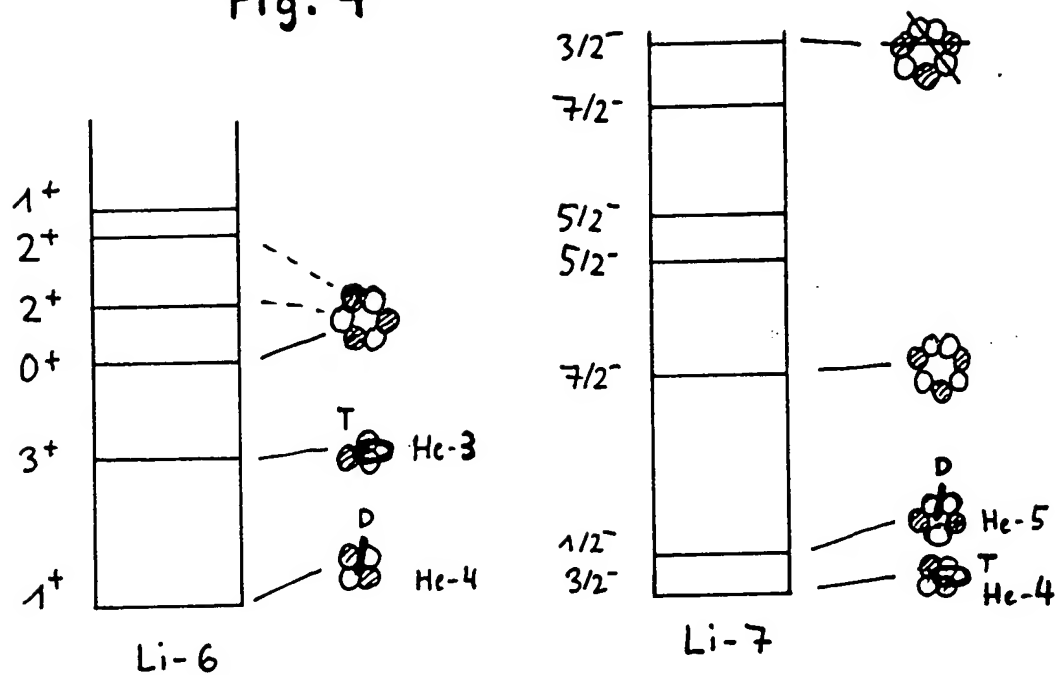
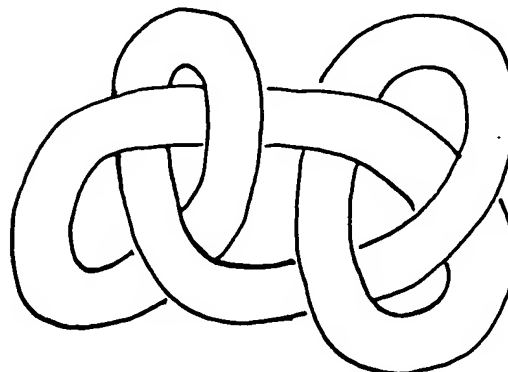


Fig. 5



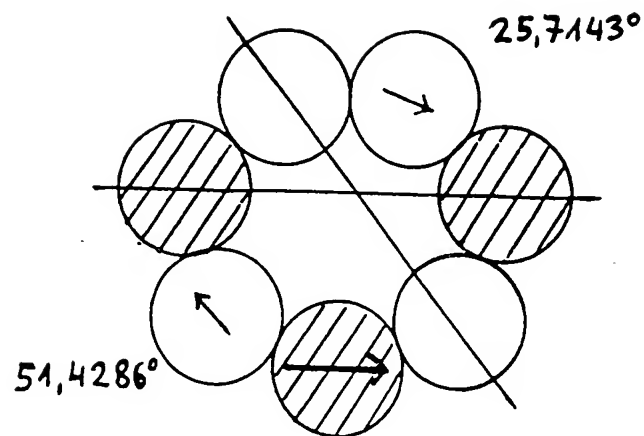


Fig. 1

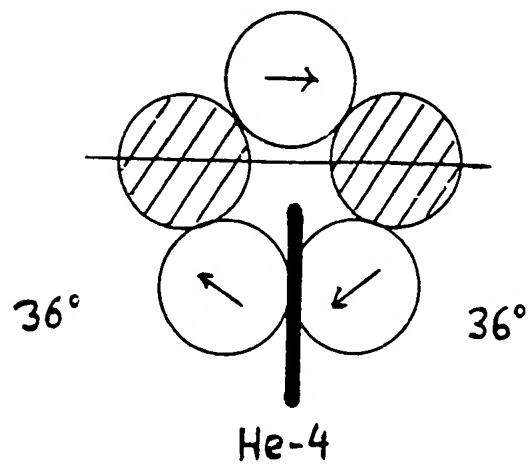


Fig. 2